

ОБРАБОТКА СТОЧНЫХ ВОД И ОСАДКОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА МОДЕЛЬНЫХ СТОКАХ

¹Ясницкая К. В., ¹Максимова Е. О., ¹Лавров И. Л.

¹Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина,
Екатеринбург, Россия

e-mail: yasnickaya_k@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме утилизации осадков смешанного состава, образующихся при обработке сточных вод машиностроительных предприятий. В процессе исследования были проанализированы свойства получаемых осадков, смоделированы основные технологические процессы обработки сточных вод и осадков. На основе экспериментальных данных предложена технологическая схема обработки осадка и утилизации.

Ключевые слова: черная металлургия, производственные сточные воды, осадки, обезвоживание, утилизация.

TREATMENT OF SEWAGE AND SLUDGES ENGINEERING COMPANIES FOR MODELING DRAINS

K. Yasnitskaya¹, E. Maximova¹, I. Lavrov¹

¹Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

e-mail: yasnickaya_k@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the problem of utilization of mixed composition sediments formed in the treatment of wastewater engineering enterprises. During the study, the properties of the obtained precipitation were analyzed, the main technological processes of wastewater and sludge treatment were simulated. On the basis of experimental data, the technological scheme of sludge treatment and utilization is proposed.

Key words: steel industry, industrial wastewater, sludges, dewatering, utilization.

1. Введение

Стремительное развитие промышленности приводит к увеличению потребляемой воды на производственные нужды, в результате чего, образуются большие объёмы сточных вод. Однако, до сих пор стоит проблема обработки сточных вод и утилизации осадков водного хозяйства промышленных предприятий.

Машиностроение серьезно загрязняет водные бассейны сточными водами травильных и гальванических цехов. Вместо со стоками в водоемы сбрасывается большое количество загрязняющих веществ, основными из них являются следующие: нефтепродукты, сульфаты, хлориды, взвешенные вещества, цианиды, соединения азота, соли железа, меди, цинка, никеля, хрома, молибдена, фосфора, кадмия.

На долю отрасли приходится 70 % объема используемой свежей воды промышленности РФ. По сбросу сточных вод в поверхностных водоемах на отрасль приходится 20 % общего объема промышленного сброса в водные объекты, что в дальнейшем может привести к экологической катастрофе. Поэтому необходима качественная технология очистки сточных вод и полезное использование осадков в других отраслях. Осадки сточных вод предприятий машиностроения отличаются большим

разнообразием по своему составу и свойствам. Для обработки многих осадков вполне пригодны методы и сооружения, применяемые для обработки осадков городских сточных вод. Некоторые виды осадков производственных сточных вод содержат токсичные ингредиенты для обработки которых, требуются специальные методы и изобретения.

Проблема очистки сточных вод предприятий машиностроения является актуальной на сегодняшний день. Поэтому целью данной работы является изучение методов обработки сточных вод и осадков предприятий машиностроения.

2. Литературный обзор

Методы очистки и состав очистных сооружений выбирают в зависимости от требуемой степени очистки, состава загрязнений, пропускной способности очистной станции, грунтовых условий и мощности водного объекта с соответствующим технико-экономическим обоснованием.

Кроме того методы, которые используют для очистки сточных вод производства, зависят от экологических требований [2].

В настоящее время требования к степени очистки сточных вод повышаются. В связи с этим их подвергают дополнительной более глубокой доочистке. В процессе очистки предусматривают также обработку осадков сточных вод.

Для очистки бытовых и производственных сточных вод используют следующие методы:

- механические;
- химические;
- физико-химические;
- биологические.

Механическая очистка сточных вод применяется, как правило, в качестве предварительной, то есть предшествует другим методам очистки. Она способствует удалению из сточных вод нерастворенных и частично коллоидных минеральных и органических примесей.

Механическую очистку осуществляют способами процеживания, пескоулавливания, отстаивания, центрифугирования, фильтрования.

Химическая очистка производственных сточных вод применяется в качестве метода глубокой очистки сточных вод с целью их дезинфекции, обесцвечивания или извлечения из них различных компонентов. Применяют в случаях, когда выделение примесей возможно в результате химической реакции между примесью и реагентом. К основным химическим способам очистки относятся нейтрализация, окисление, восстановление, реагентные методы выделения загрязняющих веществ в виде малорастворимых и нерастворимых соединений.

Физико-химическая очистка сточных вод включает множество различных способов, которые могут использоваться как самостоятельно, так и в сочетании с механическими, биологическими и химическими методами очистки. Она обеспечивает удаление как твердых взвешенных частиц, так и растворенных примесей.

Биологический метод основан на использовании жизнедеятельности аэробных микроорганизмов, для которых органические вещества сточных вод являются источником питания. Основной целью биологической очистки городских сточных вод являются разложение и минерализация органических веществ, находящихся в коллоидном и

растворенном состоянии. Эти вещества нельзя удалить из стоков механическим путем. Для сточных вод предприятий машиностроения используется редко [5].

Большинство очистных сооружений промышленных предприятий работают примерно по одной и той же схеме. В частности, во всех них применяется первый этап очистки – механическая очистка от твердых примесей, а также этап отделения масляных, жировых пленок [2].

В лабораторных условиях было проведено исследование обработки стоков и осадков, взятых с металлургического предприятия ЗАО «Полистил».

3. Экспериментальные данные

Объектами исследования являются приготовленные модельные стоки и осадки получающиеся при их смешении. В ходе исследования были отдельно изготовлены гальванический сток (сток содержащий железо, цинк, хром, медь), травильный сток, маслосодержащий сток и сток, содержащий механические примеси (табл. 1). Производилась раздельная обработка гальванического и травильного стока методом нейтрализации гидроксидом кальция. Затем в ходе смешения стоков образовывался осадок смешанного происхождения.

Таблица 1

Состав стоков

	Сток №1	Сток №2	Сток №3	Сток №4
Травильный сток				
H ₂ O	1дм ³	1дм ³	1дм ³	1дм ³
FeSO ₄	50г	50г	50г	50г
0,1Н H ₂ SO ₄	15см ³	15см ³	15см ³	15см ³
Маслосодержащий сток				
H ₂ O	1 дм ³	1 дм ³	1 дм ³	1 дм ³
техническое масло	15см ³	15см ³	15см ³	15см ³
NaOH	15 см ³	15 см ³	15 см ³	15 см ³
Сток содержащий механические примеси				
H ₂ O	1 дм ³	1 дм ³	1 дм ³	1 дм ³
Взвесь	10 г	15г	30г	5г
Сток содержащий железо, цинк, хром, медь				
H ₂ O	1дм ³	1дм ³	1дм ³	1дм ³
K ₂ Cr ₂ O ₇	15 г	15 г	15 г	15 г
FeSO ₄	8,7 г	8,7 г	8,7 г	8,7 г
ZnSO ₄	15 г	15 г	15 г	15 г
CuSO ₄	15г	15г	15г	15г
0,1Н H ₂ SO ₄	26,3 см ³	26,3 см ³	26,3 см ³	26,3 см ³

В ходе работы были определены технологические параметры осадков, стоков и реагентов.

Процесс нейтрализации травильных и гальванических стоков используется для перевода растворённых металлов во взвешенное состояние.

При нейтрализации стоков использовалась суспензия гидроксида кальция 5 % и 4,2 %. В ходе исследования были построены зависимости pH – стока от количества введённого нейтрализующего вещества. На зависимостях (рис. 1, 2) чётко видно, что при процессе нейтрализации травильный сток и гальванический сток проявляют разные свойства.

При нейтрализации гальванического стока резких скачков нет, при добавлении нейтрализующего вещества pH среды плавно увеличивается.

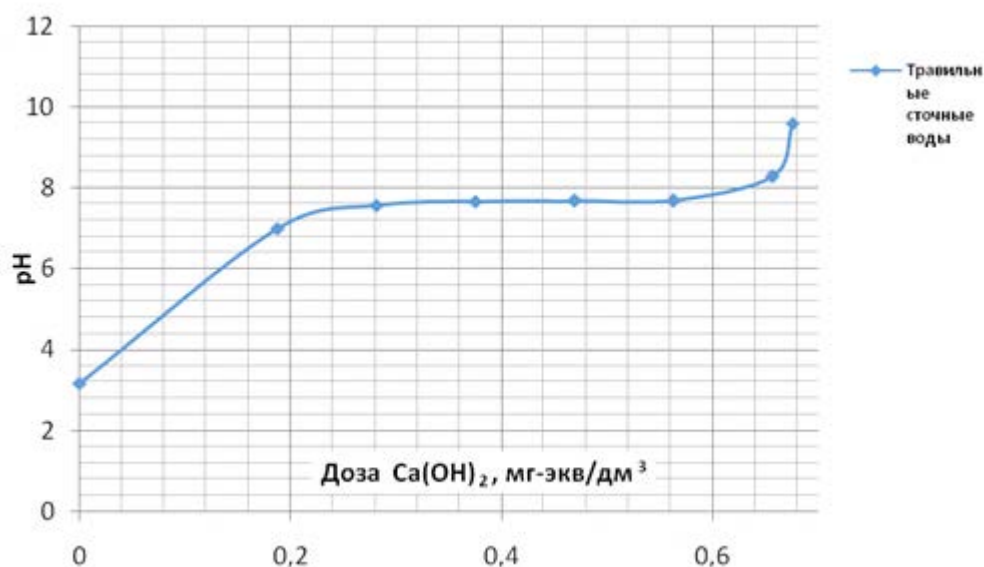


Рис. 1. Экспериментальная кривая титрования травильных сточных вод суспензией Ca(OH)_2 5%

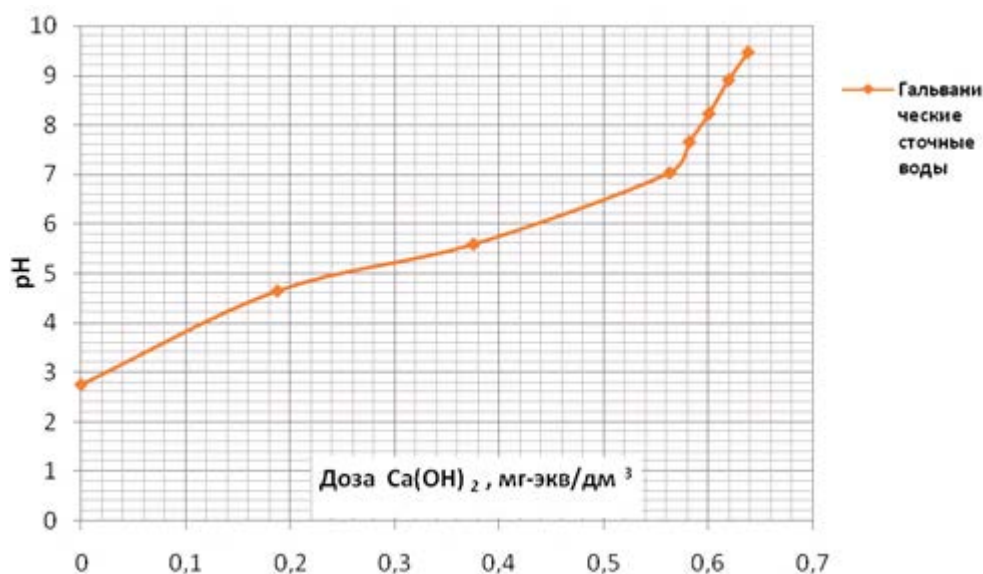


Рис. 2. Экспериментальная кривая титрования гальванических сточных вод суспензией Ca(OH)_2 5%

Было произведено моделирование процесса сгущения с добавлением флокулянта и без него. На процесс сгущения влияет состав стока и его свойства. С увеличением концентрации взвеси время процесс осаждения сокращается. Это наглядно видно на рисунках 3 и 4. Объемная доля осадка сток №1 без добавления флокулянта через час отстаивания достигла 35%, в то время как сток № 2, за тоже время отстаивания, объемная доля осадка достигла 24 %.

Для интенсификации процесса осаждения использовались флокулянты марки Праестол 2530 (средней анионной активности), 2500 (неионогенный), 650 (средней катионной активности).

Наилучшие результаты были достигнуты при использовании флокулянта Праестол 2500. Массовый расход флокулянта для интенсификации процесса сгущения Праестол 2500 составляет 0,3 кг/т сухого вещества осадка.

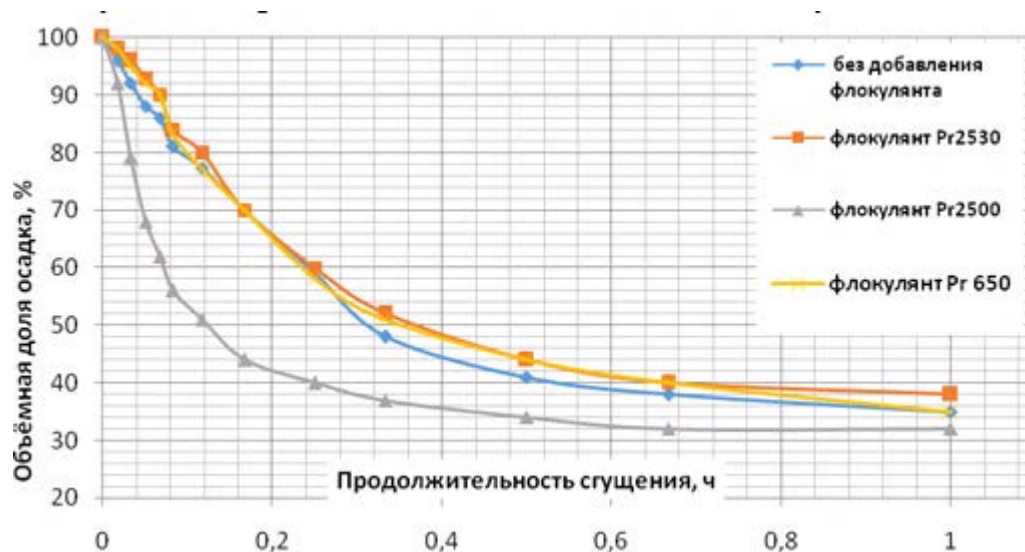


Рис. 3. Кинетика сгущения осадка №1

В ходе работы произведено моделирование процесса механического обезвоживания. Установлено, что вакуум-фильтры не могут быть применены для обезвоживания исследуемых осадков, поскольку аппараты имеют низкую производительность и на выходе дают высокую влажность осадка. Осадок плохо отделяется от фильтроткани. Обработка осадка флокулянтами не приводит к удовлетворительным результатам. В ходе исследования было установлено, что наиболее эффективным аппаратом для обезвоживания исследуемого осадка является камерный фильтр-пресс.

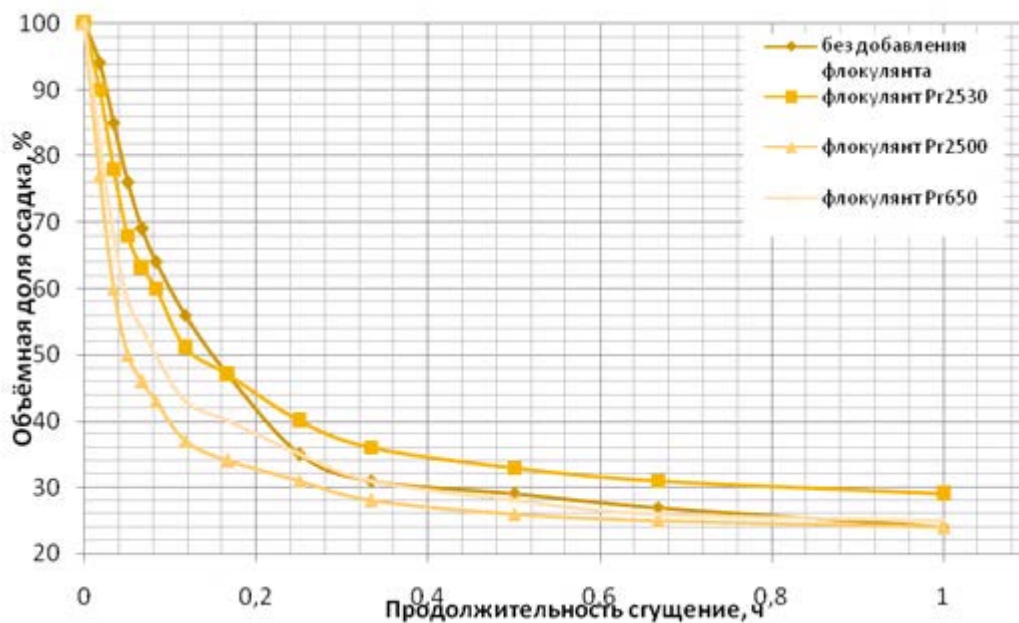


Рис. 4. Кинетика сгущения осадка №1

Данные полученные при моделировании процесса обезвоживания сведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели обезвоживания осадка

	Без добавления флокулянта	Флокулянт Праестол 2530	Флокулянт Праестол 2500	Флокулянт Праестол 650
Осадок № 1				
Время фильтрации $t_{\text{фил}}, \text{с}$	147	141	124	127
Давление P , кгс/см ³	0,8	0,8	0,7	0,6
Толщина слоя кека $h_{\text{кека}}, \text{мм}$	13	13	13	11
Объём осадка $V_{\text{ос}}, \text{см}^3$	140	170	155	160
Объём фильтрата $V_{\text{ф}}, \text{см}^3$	90	115	95	97
Осадок № 2 ($V_{\text{р-р фил}} = 0,92$)				
Время фильтрации $t_{\text{фил}}, \text{с}$	98	76	99	98
Давление P , кгс/см ³	0,6	0,9	0,8	0,8
Толщина слоя кека $h_{\text{кека}}, \text{мм}$	10	10-12	10	9-10
Объём осадка $V_{\text{ос}}, \text{см}^3$	105	140	120	120
Объём фильтрата $V_{\text{ф}}, \text{см}^3$	66	89	82	80
Осадок № 2 ($V_{\text{р-р фил}} = 1,42$)				
Время фильтрации $t_{\text{фил}}, \text{с}$	98	81	90	89
Давление P , кгс/см ³	0,6	0,7	0,7	0,6
Толщина слоя кека $h_{\text{кека}}, \text{мм}$	10	9	10-8	10
Объём осадка $V_{\text{ос}}, \text{см}^3$	105	130	105	120
Объём фильтрата $V_{\text{ф}}, \text{см}^3$	66	88	62	76
Осадок № 3				
Время фильтрации $t_{\text{фил}}, \text{с}$	61	54	49	70
Давление P , кгс/см ³	0,5	0,9	0,5	0,5
Толщина слоя кека $h_{\text{кека}}, \text{мм}$	10	11-10	7-10	10
Объём осадка $V_{\text{ос}}, \text{см}^3$	120	135	105	135
Объём фильтрата $V_{\text{ф}}, \text{см}^3$	75	99	85	110
Осадок № 4				
Время фильтрации $t_{\text{фил}}, \text{с}$	73	51	34	43
Давление P , кгс/см ³	0,5	0,5	0,4	0,5
Толщина слоя кека $h_{\text{кека}}, \text{мм}$	6	10	11	11
Объём осадка $V_{\text{ос}}, \text{см}^3$	51	120	100	115

Для моделирования процесса обезвоживания использовались известные методики и лабораторные устройства.

Осадки, полученные при кондиционировании стока различными флокулянтами проявляют разные свойства. Лучшие результаты при процессе обезвоживания показал флокулянт 2530.

Выявлено, что доза флокулянта 0,2–0,3 г/кг, добавленная для интенсификации процесса отстаивания положительно влияет на процесс обезвоживания и является

оптимальной. На зависимости удельной нагрузки от дозы флокулянта (рис. 5) наглядно видно, что при использовании дозы больше рекомендуемой эффективность обезвоживания изменяется незначительно, однако при этом увеличивается влажность обезвоженного осадка.

В ходе работы была получена зависимость влажности обезвоженного осадка от концентрации взвешенных веществ (см. рис. 6). Из полученных результатов можно сделать вывод о том, что влажность осадка уменьшается при увеличении концентрации взвешенных веществ в исходном стоке.

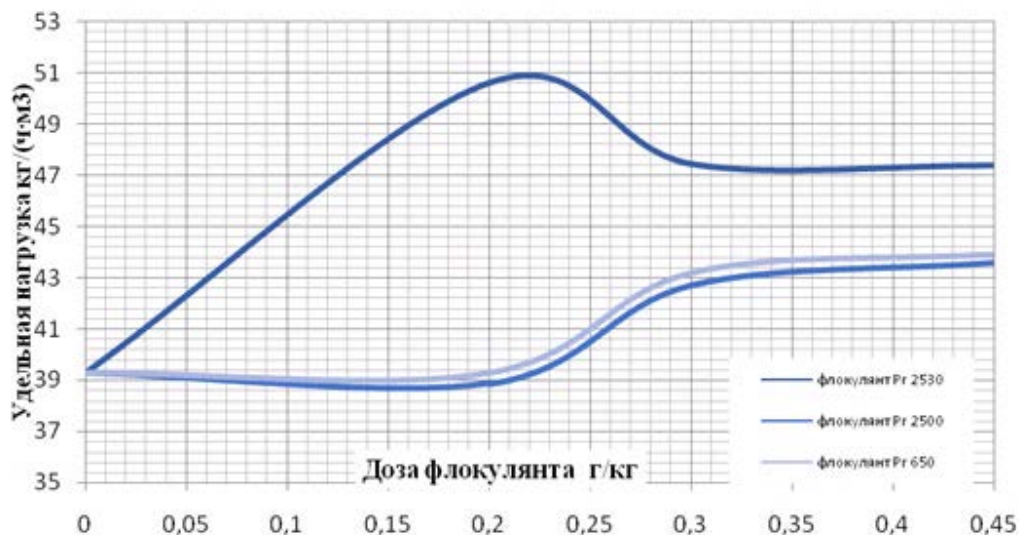


Рис. 5. График зависимость дозы флокулянта от удельной нагрузки

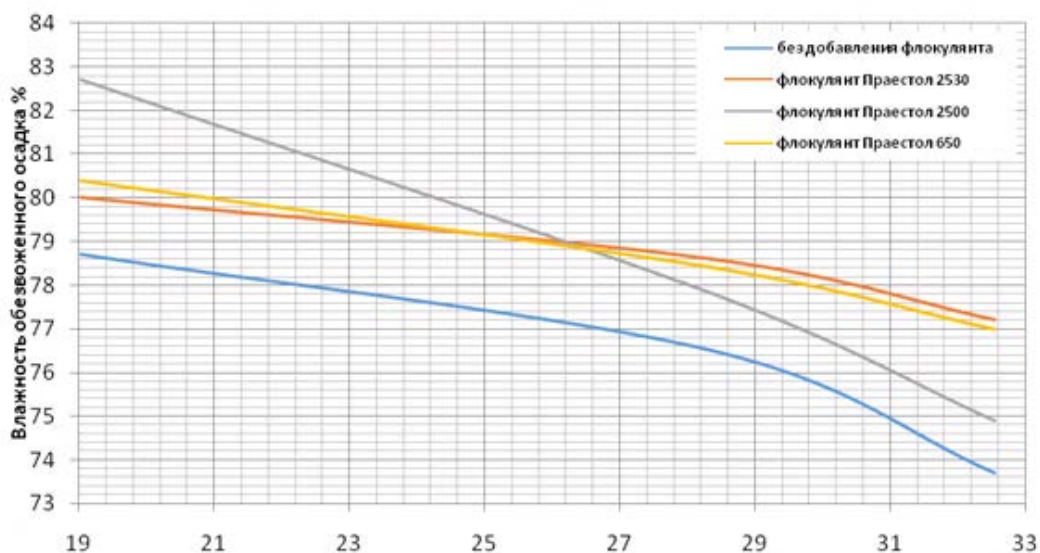


Рис. 6. График зависимость влажности осадка после фильтрации от концентрации взвешенных веществ

4. Заключение

Таким образом, в ходе экспериментальной части были приготовлены модельные стоки. Химически загрязнённые стоки подвергались обработке в виде нейтрализации. Нейтрализованные стоки и стоки загрязнённые механическими примесями и маслами смешивались. Полученный смешанный сток подвергался обработке.

В ходе экспериментальной части было установлено, что для данных видов смешанных осадков процесс сгущения наиболее эффективно протекает при

кондиционировании осадка флокулянт Праестол 2500. При моделировании процесса обезвоживания на фильтр-прессе наилучший результат показал флокулянт Праестол 2530, однако мы остановились на флокулянте Праестол 2500, так как при сгущении он позволяет удалить больше воды и работает лучше флокулянта Праестол 2530.

Стоит отметить, что именно систем водоснабжения промышленных предприятий наносят серьёзный ущерб окружающей среде. Поэтому необходима разработка чёткой технологии обработки и повторного использования сточных вод предприятий машиностроения. Осадки, которые образуются при обработке сточных вод, должны подвергаться обработке и повторному использованию.

Список литературы

1. Дягилева А.Б. Промышленная экология: учебное пособие / А.Б. Дягилева, Лоренцсон А.В., Чернобережский Ю.М. – СПб ГТУ РП. – СПб., 2012. Часть 2. – 109 с.
2. Очистные сооружения промышленных стоков: методы очистки и область применения / независимый экологический портал <http://info-ecology.ru> (дата обращения: 18.08.2018)
3. Аксенова В. И. Справочное издание: В 2-х книгах. Книга 2 / В.И. Аксенова // под ред. – М: Теплотехник, 2005. — 640 с.
4. Тарасова Е.В. Очистка сточных вод машиностроительных предприятий / Тарасова Е.В. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 201 с.
5. Методы и сооружения для очистки промышленных сточных вод. Учебное пособие. Промышленная экология / Тихоокеанский государственный университет/
http://pnu.edu.ru/media/filer_public/2013/05/21/ochistka-sv_posobie.pdf (дата обращения: 18.08.2018)
6. Экологический справочник / <http://ru-ecology.info> (дата обращения: 10.09.2018)
7. Немтинов В. А. Оборудование промышленной экологии / В.А. Немтинов.
8. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты защиты гидросферы / А.Г. Ветошкин.
9. Ермилов В.В. Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности. Учебное пособие./ В.В. Ермилов – Череповец: ФГБОУ ЧГУ, 2012. – 279 с.
10. Двухъярусные отстойники / Мастерская своего дома - <http://msd.com.ua> (дата обращения: 18.09.2018)
11. Оборудование/Производственно-инжиниринговая компания ENCE -<http://www.oil-filters.ru> (дата обращения: 18.09.2018)
12. Типы и конструктивные схемы камер хлопьеобразования/ социальная экология-<http://ekologobr.ru> (дата обращения: 18.09.2018)
13. Методы очистки сточных вод. Локальные очистные сооружения для промышленных предприятий. (Часть 2)/ПЭНЭКО-<http://www.peneco.net> (дата обращения: 18.08.2018)
14. Строительные нормы и правила: СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения: нормативно-технический материал. – Минстрой России - М.: ГУП ЦПП, 1996. – 46 с.
15. Сборник докладов межотраслевой конференции «Вода в промышленности – 2010» г. Москва, ГК «Измайлово», 20.10.2010. – 63 с.
16. Гидравлические смесители водяных реагентов (http://ros-pipe.ru/tekh_info/tekhnicheskies-tati/vodoprovodnye-sistemy-i-oborudovanie/gidravlicheskie-smesiteli-vodyanykh-reagentov/) (дата обращения: 10.09.2018)
17. Фильтры с плавающей загрузкой и фильтры непрерывного действия (http://www.mediana-filter.ru/water_filter_%20float_load.html) (дата обращения: 18.08.2018)
18. Фильтр-прессы (<http://mastrekon.ru/filtr-press/>) (дата обращения: 10.09.2018)
19. Кобзарь И.Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Ч. 3. Защита П84 литосферы: текст лекций по дисциплине «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» / сост. И. Г. Кобзарь, В. В. Козлова – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 100 с.